

GUILHERME SILVEIRA KAESER

AVALIAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA DO  
VESTIBULAR DE 2000 DA UFMG, E AS POSSÍVEIS  
DIFICULDADES APRESENTADAS PELOS  
CANDIDATOS.

Belo Horizonte  
Faculdade de Educação da UFMG  
2005

GUILHERME SILVEIRA KAESER

# AVALIAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA DO VESTIBULAR DE 2000 DA UFMG, E AS POSSÍVEIS DIFICULDADES APRESENTADAS PELOS CANDIDATOS.

Monografia apresentada no curso de especialização da Faculdade de educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialização em Ciências.

Área de concentração: Ensino de física

Orientador: Sérgio Luiz Talim

**Belo Horizonte**  
**Faculdade de Educação da UFMG**  
**2005**

## **AGREDECIMENTOS:**

Ao meu pai e minha mãe, pelo amor, ao meu irmão e minha irmã aos quais eu amo, a minha noiva a qual também amo, aos professores pelo incentivo, em especial ao professor Sergio Luiz Tali, ao professor Orlando Aguiar Júnior e a professora Silvânia Sousa do Nascimento, aos amigos do coração e para todas as pessoas que contribuíram para este projeto.

A Deus, pois está sempre ao nosso lado no momento que precisamos ou não, a ele a hora glória e louvor.

## Resumo:

O trabalho retrata a utilização da avaliação como um instrumento aliado à educação. A avaliação tem o papel de identificar os pontos de maior dificuldade e ajudar em um planejamento para superar as dificuldades encontradas pelos alunos.

É feita uma análise estatística da prova de física do vestibular de 2000 da UFMG, onde é analisado o Índice de Fidelidade da prova, o Índice de Discriminação de cada questão e o respectivo Nível de Dificuldade. Em seguida, é realizada uma análise pedagógica, em que se procura apresentar uma possível explicação das falhas dos candidatos, a partir das opções por eles escolhidas nas suas respostas.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO -----	6
2. AVALIAÇÃO -----	9
3. QUALIDADE TÉCNICA DA AVALIAÇÃO -----	12
4. METODOLOGIA -----	16
5. RESULTADO-----	20
6. CONCLUSÃO -----	49

## 1. INTRODUÇÃO:

A avaliação é o ponto forte da educação, é o momento, por exemplo, no qual fazemos o fechamento de um conteúdo ou uma etapa do ensino. Se fizermos uma análise cuidadosa, tudo o que fazemos em sala de aula é de certa forma direcionada para uma avaliação formal ou informal. Por exemplo: é muito comum em algumas escolas, os professores avaliarem o comportamento dos alunos através de uma pontuação de 1 ou 2 pontos. Uma avaliação mal feita pode gerar uma insatisfação com o professor, através de uma prova mal elaborada, que possui um nível diferente do alcance da turma, podendo gerar uma barreira entre o professor e os alunos, dificultando a aprendizagem.

Através de uma avaliação bem realizada podemos detectar várias características sobre os alunos. Verificamos se o aluno possui conhecimentos específicos, como conceitos físicos, a capacidade de relacionar equações na resolução de problemas, interpretar gráficos e tabelas, etc., também podemos diagnosticar problemas específicos de grupos de estudantes, aplicando testes para faixas etárias diferentes ou para alunos de diferentes regiões.

A avaliação é vista de várias formas, uma delas como instrumento medieval de tortura, onde os alunos são obrigados a reproduzir o conhecimento adquirido durante semanas, meses ou até mesmo anos, através de fórmulas matemáticas da física, química e da própria matemática. “apesar de estarmos no século 21, as escolas não conseguiram superar o modelo de exames de alguns séculos atrás” (Luckesi citado por Chagas – 2003). Outra visão, que acredito ser mais interessante é de que foi ensinado e o que foi compreendido pelo aluno, “ O questionamento deixa de ser sobre notas e passa a ser sobre se o educando aprendeu ou não. Em caso negativo, como ajudá-lo a superar as dificuldades” (Luck-2003), Sendo que podemos afirmar que uma avaliação bem produzida pode também ocorrer aprendizagem (Philippe Perrenoud.)

Avaliar tem um papel importante para o ensino, sendo que uma boa avaliação pode ser utilizada como diagnóstico do nível em que os alunos se encontram, do grau de capacidade de cada um deles e deixar claro quais são suas maiores dificuldades. Acredito que toda a avaliação deve ter esse objetivo de diagnosticar o aluno. Depois de diagnosticar os principais pontos de dificuldade, surge a necessidade de se fazer um planejamento para suprir as

dificuldades encontradas nos alunos, creio que uma avaliação deve servir de pré-texto para um planejamento que objetiva ajudar o próprio aluno.

Este trabalho tem como objetivo utilizar uma avaliação realizada por candidatos ao vestibular da UFMG em 2000, que consiste em 15 questões de fechadas de Física, para diagnosticar alguns pontos de dificuldade dos alunos que terminaram o ensino médio.

A escolha da prova de Física da Universidade Federal de Minas Gerais devido a grande capacidade de formulação de questões pela equipe de professores, por termos uma grande quantidade de indivíduos que fazem a prova vindo de vários níveis sociais, de escolas particulares e públicas, e uma grande parte dos candidatos respondem a prova de forma sincera. Com o que realmente pensam dos conceitos no teste.

Através do alto grau de importância concebida a avaliação, temos por objetivo analisar a sua qualidade, e quais dados sobre os alunos podemos retirar dela. Desta forma a primeira questão do nosso trabalho é: QUAL É A QUALIDADE TÉCNICA DO TESTE DE FÍSICA NO VESTIBULAR DE 2000 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS? Acredito que o teste de Física tenha um bom índice discriminatório, separando os alunos de baixo desempenho geral (alunos que também tiraram notas baixas em outras matérias), dos que possuem um bom aproveitamento geral. Esperamos um bom índice de fidedignidade devido ao grau de importância da prova de seleção para uma universidade.

Outra questão que pode ser respondida através de uma análise dos resultados do teste de física da prova de vestibular, e: QUAIS SÃO AS MEIORES DIFICULDADES DOS CANDIDATOS NA PROVA DE FÍSICA? Especulo que os alunos possuem uma grande deficiência nos conceitos físicos, muitos por razões, vindos de escolas sem estrutura, ou por termos professores mal preparados, que não ensinam o conteúdo de forma correta, mas mostram a física como uma forma de decorar o conteúdo ou as fórmulas, ou por uma dificuldade natural do próprio aluno.

Para responder as perguntas indicadas faremos uma monografia dividida em 5 partes, primeiro falaremos mais sobre a avaliação através de outros autores, onde a avaliação é aplicada em situações e objetivos diferentes dos descritos nesse trabalho, depois teremos um pequeno capítulo sobre qualidade técnica das questões, e quais são seus objetivos e como construir um bom item. Um terceiro tópico será a metodologia, em que será feito uma

análise estatística da prova do vestibular. Um quarto passo, uma análise dos resultados, quais seus significados e a interpretação dos dados fornecidos pela prova e por fim a conclusão que é o fechamento do nosso trabalho.



## **2. AVALIAÇÃO**

A maior parte do tempo que um educador gasta para elaborar suas aulas está direcionada para avaliação de seus alunos. A avaliação não ocupa só o tempo do educador, também é importante para os pesquisadores, e mesmo assim não se consegue chegar a uma definição comum que seja a avaliação.

Avaliar do ponto de vista educativo é levantar características dos alunos, dos professores e da própria escola, seja durante ou depois do processo ensino-aprendizagem. Avaliar é um ponto importante para se ter um ensino de qualidade. Um problema levantado por Júdice é a diferença entre a avaliação e a medida, muitas vezes chegamos a confundir os dois, mas Júdice conclui: “ Avaliar é muito mais complexo, medir, apesar de necessário, é apenas uma das etapas constituintes deste rico processo que é a avaliação” Júdice (2003 pag24).

A avaliação pode possuir três funções diferentes, ela pode ser diagnóstica, somativa e formativa.

Avaliação diagnóstica: como o próprio nome diz, tem a função de diagnosticar o aluno, em um primeiro momento checar se o aluno possui habilidades essenciais ao curso, e suprir deficiências através de programas de auxílio ao aluno.

Avaliação somativa: ocorre geralmente no final do processo de ensino e tem como objetivo averiguar o que realmente foi gerado no aluno. Nesta avaliação deve conter questões que exijam o conteúdo mais importante para o aluno. Esta avaliação deve ser utilizada para cursos sequenciais, determinando o ponto de partida ou descrevendo o desempenho do mesmo.

Avaliação formativa: a avaliação formativa ocorre durante o processo de ensino, ela fornece ao aluno uma noção do que é necessário aprender e o que já aprendeu. Esta avaliação possibilita que os alunos reconheçam seus erros e falhas, melhorando seu método de estudo.

Podemos dizer firmemente que a avaliação está a serviço da aprendizagem, mas a própria avaliação pode ser utilizada para se fazer uma seleção, que pode ser dos melhores alunos de um curso de inglês até mesmo para selecionar o funcionário mais capacitado para uma tarefa específica ou é claro para classificar os melhores candidatos para cursar uma universidade.

Acredito que uma nova avaliação é peça chave para uma proposta escolar inovadora, pensamos que a avaliação pode ser utilizada para identificar

problemas e avanços além de redirecionar o ensino. Nos últimos anos, a escola tem mudado, este movimento tem dado uma nova cara para as escolas, que deixam de ser, na maioria das vezes, punitiva para serem escolas “formativas”, e como fica a avaliação neste processo?

Algumas mudanças na educação são evidentes, como as preocupações com os dados técnicos e estatísticos das avaliações, estão perdendo o lugar para itens políticos e filosóficos como descreve Fonseca.

*“As antigas preocupações com os aspectos técnicos da avaliação: questões discursivas x questões fechadas; índice de dificuldade e discriminação; dados estatísticos como: média, medianas, desvio padrão, normalização de resultados; como elaborar e corrigir provas; validade e fidedignidade; definição de taxionomias e tantos outros, se continuam importantes, convivem agora com aspectos políticos, filosóficos e mesmo sociológicos da avaliação da aprendizagem. Mais que a preocupação com a medida, que permanece sendo um componente dessa avaliação, ganha importância o uso que se pretende fazer dos resultados obtidos.”(Fonseca, 2003 p36).*

O que fazer com os resultados é o mais importante, as notas dos alunos não podem ser mais desprezados ou esquecidos. As notas fornecem dados que podem mudar o rumo da educação em uma classe, pois pode indicar o caminho, para que por meio de uma interação entre alunos, professores, escola e o meio em que vivem, a educação realize seu papel de formar o indivíduo.

Avaliar vai muito além do que muitas vezes imaginamos. Para especificar melhor a avaliação devemos responder a algumas perguntas: o que avalio? O que realmente estou avaliando, o aluno, seu comportamento, seu conhecimento ou raciocínio. Como avaliar? Quais são os instrumentos que irei utilizar para avaliar o aluno, uma prova, um teste, um experimento, um trabalho, etc. Para que avaliar? O objetivo de uma avaliação é extremamente importante, pois ela determinará o tipo de avaliação que será utilizada, avaliação diagnóstica, somática ou formativa. Quando avaliar? Será que existe um momento específico para avaliar, ou todo momento e momento de avaliar? De

forma geral, será que podemos dizer que “avaliar é atribuir valor a alguém ou alguma coisa”.

### 3. Qualidade técnica da avaliação

O que é fidedignidade? Por que é necessário medi-la? Para melhor ilustrar a complexidade do problema e a relevância da fidedignidade dos testes, consideremos um caso típico e ordinário.

Por exemplo, antes de um novo medicamento ser colocado no mercado, por uma empresa farmacêutica, pesquisas devem ser realizadas a fim de determinar se ele é realmente eficaz e se não tem efeitos colaterais nocivos. Via de regra, tais pesquisas contam com financiamento da empresa – obviamente interessada em demonstrar que seu produto é bom e inofensivo – e, muitas vezes, são realizadas por pesquisadores por ela empregados ou contratados – objetivamente interessados no sucesso financeiro da empresa, e deles próprios, como a manutenção de seus empregos ou a obtenção de futuros contratos e financiamentos. A esses interesses, soma-se o interesse ético e profissional dos pesquisadores em realizar seu trabalho segundo a boa metodologia científica, bem como o interesse da sociedade em dispor de um produto apto a resolver problemas de saúde, mas com garantias razoáveis de que os riscos de possíveis efeitos colaterais tenham sido adequadamente avaliados. Esses múltiplos interesses podem, é certo, convergir – mas também podem divergir- “sem instrumentos dignos de confiança (*fidedignos*) não são obtidos escores merecedores de confiança nem é possível expressar um julgamento que seja confiável” (Wesman, 1952)

Toda e qualquer medida está sujeita a uma determinada variação, causada pelos próprios aparelhos de medida. As medidas na área de educação não são diferentes, ao analisarmos os resultados da prova de vestibular, sabemos que determinados alunos não fazem a prova de forma “sincera”, mas muitas vezes marcam as questões de forma aleatória por um motivo qualquer. Por isso é importante medir a fidedignidade dos dados que obtivemos.

Vianna, 1976, define fidedignidade dos testes da seguinte maneira “A fidedignidade de um teste (xx) refere-se à estabilidade dos seus resultados, ou seja, ao grau de consistência dos escores. Se um teste é aplicado ao mesmo grupo um grande número de vezes, espera-se que os resultados sejam os mesmos, desde que o grupo não se modifique, se em cada vez que o teste for aplicado, satisfeitas determinadas condições, os escores forem diferentes para

o mesmo grupo, não se poderá ter confiança no instrumento, porque não haverá consistência nas medidas.

A fidedignidade de um teste pode ser medido através da equação (1).

$$r_{xx} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s_o^2} \right) \quad (1)$$

Onde:

$r_{xx}$  = coeficiente de fidedignidade

k = número de itens do teste

$\sum pq$  = somatório das variâncias dos itens

p = proporção dos que acertaram os itens

q = proporção do que não acertaram os itens

$s_o^2$  = variância dos escores obtidos

Truman L. Kelley orientou que quando um teste é utilizado em um grupo, uma fidedignidade de 0,5 ou maior é aceitável, quando um teste é utilizado para medidas individuais, uma fidedignidade de 0,94 ou superior é necessária, já uma fidedignidade de 0,7 é considerável aceitável para fins de decisão. É importante dizer que quanto maior a importância do teste, como uma seleção de bolsa, ou em um ingresso na universidade devem ter um alto índice de fidedignidade devido a sua importância.

Escolhemos uma prova objetiva (múltipla escolha) que tem por definição: série de perguntas diretas, para respostas curtas, com apenas uma solução possível. A função é avaliar quanto o aluno aprendeu sobre dados singulares e específicos do conteúdo. O problema das questões objetivas é que o aluno pode respondê-las de forma aleatória ou ao acaso e sua análise pode não constar se o aluno adquiriu o conhecimento.

Para se construir uma questão objetiva, é necessário um trabalho árduo. Um requisito muito importante para se elaborar questões é ter o domínio do conteúdo *“a familiaridade com a matéria em cujo o contexto do item se situa, para que se possa aperceber de diferentes implicações e, assim, elaborar itens sobre assuntos relevantes apresentar alternativas que sejam suficientemente plausíveis e igualmente atrativas para os que desconhecem o assunto ou não possuem a capacidade focalizada.”* Também é importante compreender os objetivos da prova objetiva, pois ela pode ser utilizada para selecionar

candidatos que possuem conhecimento específico ou para identificar candidatos que possuem um conhecimento específico em determinadas áreas do conteúdo.

A questão de múltipla escolha possui, em sua introdução, uma situação problema e várias alternativas que oferecem possíveis soluções a situação problema proposta inicialmente, sendo que apenas uma alternativa possui a solução correta ou que melhor se adequou ao problema.

Existem algumas sugestões, que considero extremamente importantes, para se elaborar uma questão de item. Primeiramente identificar as ideias relevantes para servir de base, para depois estruturar uma questão. Buscar assuntos que possibilitem a criação de alternativas que possuem um poder discriminatório elevado. É importante verificar o objetivo educacional da questão, através de situações problemas que verifique o conhecimento do candidato. Escolher palavras apropriadas para que não crie ambiguidade e diminua o poder discriminatório da questão. Não fornecer dados desnecessários a resolução do problema, confundindo os examinandos. Evitar os chamados “roda pés de página” dados extremamente específicos e que normalmente não, possuem grandes importâncias educacionais. Também, deve-se evitar dados, palavras ou expressões que indique a resposta correta.

Para um concurso de vestibular, o interessante seria que as questões tivessem alto potencial de discriminação, isto é, conseguiria diferenciar os alunos bons (alunos que possuíssem um conteúdo e um raciocínio mais apurado) e os que possuem alguma deficiência. Uma escala classificatória de índice de discriminação para testes educacionais (Ebel, 1965) é apresentada a seguir.

<b>Índice de discriminação</b>	<b>Classificação</b>
<b>0,40 e acima</b>	Bom
<b>0,30 – 0,39</b>	Bom, mas sujeito a aprimoramento
<b>0,20 – 0,29</b>	Item marginal, sujeito a reelaboração
<b>Abaixo de 0,19</b>	Item deficiente, que deve ser rejeitado

Também é possível se obter uma discriminação negativa, isto ocorre quando há uma inversão, os alunos deficientes depois de uma análise superficial marcam a resposta correta, e os alunos mais capazes ao analisar a questão identificam mais implicações do que o autor da questão.

O índice de discriminação pode ser calculado através da equação (2)

$$D = AS - AI$$

Onde:

D – índice de discriminação.

AS – porcentagem do grupo superior que acertou om item.

AI - porcentagem do grupo inferior que também acertou om item.

Sobre a dificuldade dos itens deve-se analisar a porcentagem de acerto que a questão possui. Analisando, outros exemplos, construí uma tabela para facilitar a classificação dos itens.

<b>Porcentagem de acerto</b>	<b>Classificação</b>
<b>0 a 20%</b>	Muito difícil
<b>21 a 40%</b>	Difícil
<b>41 a 60%</b>	Satisfatório
<b>61 a 80%</b>	Fácil
<b>81 a 100%</b>	Muito fácil

#### 4. METODOLOGIA

Iremos analisar a prova do concurso de vestibular de Universidade Federal de Minas Gerais de 2000, com o objetivo de responder as perguntas propostas QUAL É A QUALIDADE TÉCNICA DO TESTE DE FÍSICA NO VESTIBULAR DE 2000 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS? E QUAIS SÃO AS MAIORES DIFICULDADES DOS CONDI DATOS NA PROVA DE FÍSICA? Utilizaremos um programa para análise estatística SPSS VERSÃO 9, que fornecerá dados sobre discriminação, porcentagem de acerto de cada questão, número de candidatos que estavam inscritos e quantos não compareceram ao exame.

A prova é constituída de 15 itens, sendo distribuída como mostra a tabela.

<b>Assunto</b>	<b>100%</b>
<b>Mecânica</b>	33,3
<b>Termodinâmica</b>	13,3
<b>Ondas e Óptica</b>	20,0
<b>Eletromagnetismo</b>	26,7
<b>Física moderna</b>	6,7

O programa analisará apenas o caderno 1, onde temos 18144 candidatos inscritos, no qual 232 (1,3%) não compareceram ao local da prova, sendo analisados 17912 candidatos.

Os resultados de um teste são expressos em forma de pontos brutos, um escore bruto não possui significado se analisado isoladamente, para sofrerem uma interpretação clara e correta é necessário passar por um tratamento estatístico, como a fidedignidade dos testes.

Fazendo uma análise dos itens em uma prova, é possível saber quais questões foram fáceis e quais foram difíceis para o grupo, além de analisar se a questão possui alguma deficiência técnica, ou seja, se a prova (ou questão) discrimina bem os bons dos maus alunos e quais são suas deficiências.

A análise quantitativa dos itens, realizadas observando as propriedades estatísticas tem por objetivo determinar:

- “I – Itens que são muito fáceis, mesmo para alunos deficientes;
- II- Itens que são muito difíceis, ainda que para os melhores examinandos;
- III – Itens que não discriminam os bons alunos dos de aproveitamento deficiente.”



Para responder a primeira questão proposta, devemos primeiramente calcular o fator fidedignidade da prova e o índice de discriminação de cada questão. Para isso utilizaremos um pacote estatístico fornecido pelo programa SPSS versão 9, fornecendo todos os dados necessários.

Para responder a segunda questão proposta, iremos fazer uma análise pedagógica da prova do vestibular, através do índice de dificuldade, podemos observar quais foram às questões que os alunos tiveram maior dificuldade e criarmos hipóteses sobre as deficiências que podem ter gerado este índice de dificuldade.

A análise pedagógica é uma das partes mais importantes do trabalho, nela podemos identificar quais os conceitos cobrados em cada questão, e concluir quais os principais conceitos que os alunos estão utilizando, quais estão confundindo, qual linha de pensamento estão seguindo na hora de resolver a questão. Claro que esta análise não é algo definitivo, mas podemos mostrar os caminhos que devem ser seguidos para uma reelaboração da educação em física.

Para compreender melhor o que foi descrito acima vamos fazer um exemplo, onde a questão e os dados da tabela são imaginários, logo não possui nenhum valor estatístico.

Exemplo: Na meia maratona que ocorre na Pampulha todo ano, o professor Orlando parte com uma velocidade de 9,0km/h, 30 minutos depois o professor Sergio Talim inicia a maratona com uma velocidade média  $V_m$ . Qual deve ser a velocidade média do professor Sergio, em km/h, para que chegue junto com o professor Orlando na linha de chegada. (considere o comprimento da orla da lagoa igual 18 km).

- a) 10
- b) 11
- c) 12 \*
- d) 13

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	7220	27,1	27,2
B	6082	22,8	23,0
*C	12117	45,5	45,8
D	986	3,7	4,0
Total	26412	99,1	
Não compareceram	232	0,9	
Total	26644	100,0	
Índice de Discriminação	0,42		

A opção correta está marcada pelo asterisco, no caso letra C. A questão a que se refere à tabela acima pode ser considerada satisfatória, pois 45,8% dos candidatos que realizaram a prova acertaram a questão. Observando a tabela podemos perceber, que a alternativa D não teve um atrativo muito grande 4,0%, provavelmente pelo fato do número 13 não ter muitos múltiplos como as demais alternativas. No caso das alternativas A e B, possuíram um atrativo considerado, somando juntas um percentual de 50,2% da preferência dos candidatos. Provavelmente por terem valores um pouco maior que 9,0km/h, mostrando que os candidatos não conseguiram relacionar que o tempo que restava para o professor Orlando terminar a prova, era o mesmo tempo que o professor Sergio tinha para fazer todo o percurso. Isto demonstra que os alunos possuem uma certa dificuldade em calcular velocidade de um determinado corpo, relacionando a velocidade e o tempo de outro corpo. Também podemos concluir que a questão foi bem formulada, pois conseguiu discriminar bem os candidatos, índice de discriminação 0,42, considerado um bom índice.

Pretendemos realizar este tipo de análise em todas as 15 questões da prova, desta forma esperamos responder a segunda questão proposta no trabalho e verificarmos as dificuldades encontradas em cada assunto cobrado na prova.

## 5. RESULTADO

### 5.1 Discriminação e Fidedignidade da Prova

Como já foi descrito anteriormente, o índice de fidedignidade é importantíssimo para determinar se a prova possui dados confiáveis, e um teste considerável seria um índice de aproximadamente 0,70. O Programa que fornece o pacote estatístico, mostra não apenas o fator Alfa (índice de fidedignidade), como mostra também a discriminação de cada questão, lembrando que o ideal é que cada questão tenha um índice de discriminação maior que 0,30.

Podemos observar através dos dados abaixo, fornecidos pelo programa de pacote estatístico, que o fator de fidedignidade é de 0,60 e está próximo do ideal. Também podemos notar que a maior parte das questões possui um fator de discriminação acima do recomendado, com exceção das questões 04, 05 e 15, o que indica um problema na formulação destas questões.

Dados fornecidos pelo programa SPSS versão 9

Número de casos analisados = 17854

Número de itens = 15

Fator Alpha = 0,60

DISCRIMINAÇÃO DE CADA ITEM CALCULADO ATRAVÉS DA CORRELAÇÃO ENTRE NOTA NO ITEM E A NOTA TOTAL

Item	Discriminação	08	0,35
01	0,47	09	0,40
02	0,45	10	0,50
03	0,49	11	0,36
04	0,23	12	0,36
05	0,16	13	0,39
06	0,55	14	0,38
07	0,47	15	0,29

Para analisar a prova do vestibular da UFMG de 200, foi adotado o seguinte formato, primeiro a questão e em seguida a tabela com os dados de

percentual e preferência de cada item, depois o índice de dificuldade e discriminação, e por último a análise pedagógica.

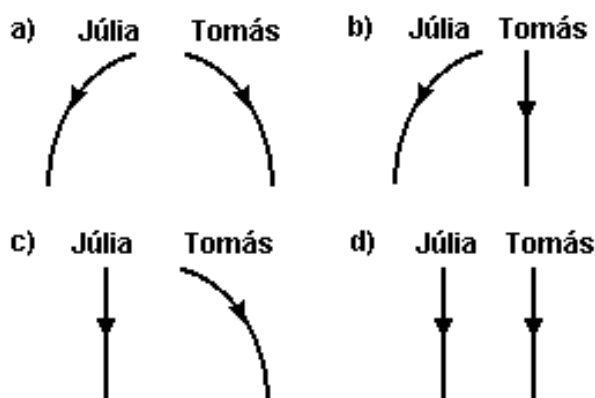
## 5.2 Análise Técnica da Prova

### QUESTÃO 01

Júlia está andando de bicicleta, com velocidade constante, quando deixa cair uma moeda. Tomás está parado na rua e vê a moeda cair.

Considere desprezível a resistência do ar.

Assinale a alternativa em que melhor estão representadas as trajetórias da moeda, como observadas por Júlia e por Tomás.



	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	933	5,1	5,2
B	5082	28,0	28,4
*C	10117	55,8	56,5
D	1780	9,8	9,9
Total	17912	98,7	
Não compareceram	232	1,3	
Total	18144	100,0	
Índice de Discriminação	0,47		

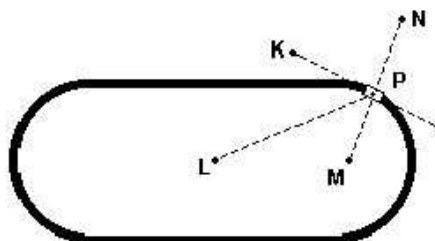
Observando a tabela acima, verificamos que a questão possuiu 56,5% de acerto, logo possui um índice satisfatório de dificuldade, também podemos observar que 28,4% dos candidatos marcaram a alternativa B, que é justamente uma inversão da resposta correta, o que pode ter confundido

muitas pessoas. Se analisarmos bem, 43,5% dos candidatos erraram a questão indicando um problema no conceito de referencial. O índice de discriminação é 0,47, um ótimo valor, o que sugere que a questão discriminou os bons dos alunos deficientes.

A questão de número um é bem simples, para ser resolvida o candidato deve se situar em dois referenciais, um o referencial de Júlia que está em movimento em relação a Terra, mas em repouso em relação a bicicleta e a moeda, logo Júlia verá a moeda cair em linha reta pois tanto Júlia quanto a moeda estão na mesma velocidade horizontal. No caso de Tomás, ele se encontra em repouso em relação a Terra e em seu referencial Júlia está em movimento para frente, então Tomás verá a moeda cair e ao mesmo tempo se deslocar para frente, descrevendo uma parábola como trajetória, logo a resposta correta é a letra C.

## QUESTÃO 02

Um circuito, onde são disputadas corridas de automóveis, é composto de dois trechos retilíneos e dois trechos em forma de semicírculos, como mostrado na figura.



Um automóvel está percorrendo o circuito no sentido anti-horário, com velocidade de módulo constante.

Quando o automóvel passa pelo ponto P, a força resultante que atua nele está no sentido de P para

- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) N.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	5104	28,1	28,5
B	5249	28,9	29,3
*C	5367	30,5	30,9
D	2024	11,2	11,3
Total	17912	98,7	
Não compareceram	231	1,3	
Total	18144	100,0	
Índice de Discriminação	0,45		

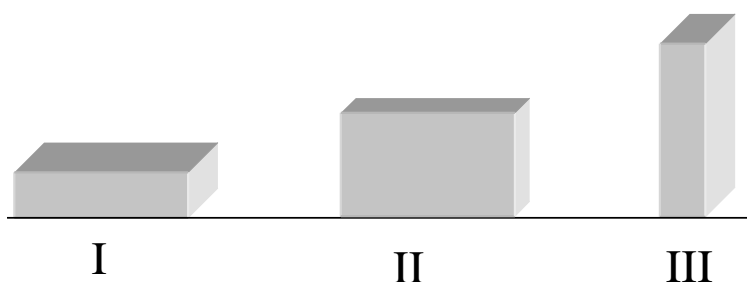
Ao contrário da questão de número um, a questão de número dois tem uma distribuição mais homogeneia nas alternativas escolhidas pelos candidatos. O percentual de acerto da questão é de 30,9%, sendo considerada uma questão difícil, os outros 69,1% erraram a questão. Uma possível justificativa para muitos alunos terem marcados as letras A e B, é terem confundido força centrípeta com velocidade tangencial, caso da letra A, e confundir o centro da curva com o centro da pista de corrida, caso da letra B. Podemos perceber que os alunos estão confundindo o conceito de força centrípeta com velocidade tangencial. Analisando o índice de discriminação 0,45 podemos concluir que foi uma ótima questão, pois conseguiu diferenciar o grupo superior do grupo inferior.

A questão de número dois é mais simples e direta, o candidato deve ter conhecimento sobre movimento circular e que a resultante das forças em movimento circular (força centrípeta) é sempre direcionado para o centro. Logo a resposta correta também é a letra C.



### QUESTÃO 03

As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões 5 cm x 10 cm x 20 cm, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente.



As pressões exercidas pelo tijolo sobre a mesa nas situações I, II e III são, respectivamente,  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ .

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A)  $p_1 = p_2 = p_3$ .
- B)  $p_1 < p_2 < p_3$ .
- C)  $p_1 < p_2 > p_3$ .
- D)  $p_1 > p_2 > p_3$ .

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	4102	22,6	22,9
*B	9589	52,8	53,5
C	766	4,2	4,3
D	3454	19,0	19,3
Total	17912	98,7	
Não compareceram	233	1,3	
Total	18144	100,0	
Índice de Discriminação	0,47		

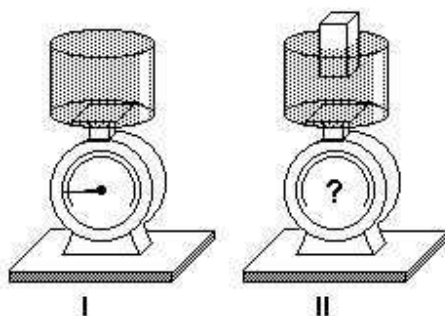
A questão teve 53,5% de acerto entre os candidatos, enquanto 46,5% erraram a questão, tendo um índice satisfatório de dificuldade, a opção A e D também tiveram uma porcentagem um pouco mais expressiva, a que não teve nenhuma atração foi a letra C pois foi marcada por apenas 4,3% dos candidatos, esta alternativa deveria ser revista. Um possível motivo pelo qual os alunos optaram pela letra A, é por não conhecerem o conceito de pressão e confundido com peso de um corpo. Outra alternativa que chamou a atenção e confundido com peso de um corpo. Outra alternativa que chamou a atenção dos alunos foi a alternativa D, provavelmente por saberem que a pressão depende da área, mas não sabem qual é a relação entre os dois. O índice de discriminação da questão também é excelente, 0,49 desempenhando o mesmo papel das questões 1 e 2.

A definição de pressão descrita por Alvarenga é “se uma força  $F$  comprime uma superfície, estando distribuída sobre uma área  $A$ , a pressão  $p$ , exercida pela força sobre está superfície, é, por definição: ”no caso da questão de número três, o peso do tijolo é o mesmo para as três posições, mas a área de contato é que vai mudar em cada situação. Como quanto maior a área menor a pressão e quanto menor a área maior a pressão podemos concluir que o tijolo na posição 3 é maior que na posição 2 que é maior que na posição 1. Resposta correta letra B.

#### QUESTÃO 04

A figura I mostra uma vasilha, cheia de água até a borda, sobre uma balança. Nessa situação, a balança registra um peso  $P_1$ .

Um objeto de peso  $P_2$ , é colocado nessa vasilha e flutua, ficando parcialmente submerso, como mostra a figura II. Um volume de água igual ao volume da parte submersa do objeto cai para fora da vasilha.



Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que, na figura II, a leitura da balança é

- a) igual a  $P_1$ .
- b) igual a  $P_1 + P_2$ .
- c) maior que  $P_1$  e menor que  $P_1 + P_2$ .
- d) menor que  $P_1$ .

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
*A	6819	34,3	34,7
B	1162	6,4	6,5
C	8971	49,4	50,1
D	1555	8,6	8,7
Total	17907	98,7	
Não compareceram	237	1,3	
Total	18144	100,0	

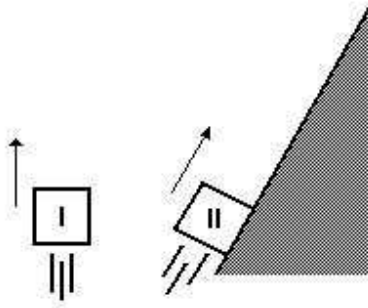
Na questão 04, 34,7% dos candidatos que fizeram a prova acertaram a questão, sendo considerada difícil, observe que além da letra A, a alternativa C, foi marcada, até mais que a correta, com 50,1% da preferência, isto mostra que os alunos não sabem o princípio de Arquimedes(EMPUXO). Já as alternativas B e D deveriam ser reformuladas pois não chamaram a atenção dos candidatos, possivelmente eram descartadas de início. Observando o índice de discriminação 0,23. Notamos que a questão não discriminou bem os candidatos, acredito foi muito bem formulada, e foram os candidatos que conheciam o conteúdo necessário para resolverem.

Esta questão é classificada como uma questão de interpretação pois a figura auxilia na resolução da questão, além da figura o aluno deve ter conhecimento sobre o princípio de Arquimedes (empuxo), desta forma a resposta correta é a letra A.

### QUESTÃO 05

A figura mostra dois blocos de mesma massa, inicialmente à mesma altura. Esses blocos são arremessados para cima, com velocidade de mesmo módulo.

O bloco I é lançado verticalmente e o bloco II é lançado ao longo de um plano inclinado sem atrito. As setas indicam o sentido do movimento.



A altura máxima atingida pelo bloco I é  $H_1$  e o tempo gasto para atingir essa altura é  $t_1$ . O bloco II atinge a altura máxima  $H_2$  em um tempo  $t_2$ .

Considere a resistência do ar desprezível. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- a)  $H_1 = H_2$  e  $t_1 = t_2$ .
- b)  $H_1 = H_2$  e  $t_1 < t_2$ .
- c)  $H_1 > H_2$  e  $t_1 = t_2$ .
- d)  $H_1 > H_2$  e  $t_1 < t_2$ .

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem (%)	Valida
A	4317	23,8	24,1	
*B	3963	21,8	22,1	
C	4941	27,2	27,6	
D	4690	25,8	26,2	
Total	17911	98,7		
Não compareceram	233	1,3		
Total	18144	100,0		

Observando a tabela acima percebemos facilmente que apenas 22,1% acertaram a questão, isto significa que 77,9% erraram a questão, um índice muito alto, esta questão está entre as questões mais difíceis. Observando a atração de cada alternativa podemos perceber que nenhuma teve um atrativo, talvez grande parte dos candidatos marcaram uma alternativa aleatória, pois a porcentagem do chamado “chute” é de 25% para cada alternativa, o que não está muito longe. Esta ideia pode ser confirmada pelo péssimo índice de discriminação, apenas 0,16, o menor de toda a prova do vestibular de 2000, sendo sem dúvida uma questão que deveria ser reformulada, que impede qualquer conclusão sobre o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo exigido.

Sabendo que o bloco 1 é lançado verticalmente com velocidade  $V$ , ele será desacelerado através da aceleração da gravidade, já no bloco 2, é lançado com a mesma velocidade do bloco 1, e está se movendo em um plano inclinado onde temos uma aceleração menor que a da gravidade, chegando a mesma altura do bloco 1, só que com um tempo maior. Logo a resposta correta para a questão 05 é a letra B.

### QUESTÃO 06

Existem várias propriedades físicas que variam com a temperatura.

Assinale a alternativa que apresenta uma propriedade física que NÃO varia com a temperatura.

- a) A massa de mercúrio dentro de um termômetro
- b) A pressão dentro de um botijão de gás
- c) A resistência elétrica de um material condutor
- d) O comprimento de uma barra metálica

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
*A	6997	38,6	39,1
B	2916	16,1	16,3
C	5695	31,4	31,8
D	2305	12,7	12,9
Total	17913	98,7	
Não compareceram	231	1,3	
Total	18144	100,0	
Índice de Discriminação	0,55		

Mesmo sendo um dos conceitos mais difundidos da física, apenas 39,1% dos candidatos acertaram a questão, tendo a questão um nível de dificuldade próximo do satisfatório. Outra alternativa que chamou um pouco a atenção foi a letra C, com certeza os candidatos não souberam relacionar a variação de temperatura com mudança da resistividade dos materiais, provavelmente o que ocorre no ensino médio de forma geral, os professores ensinam apenas que a resistência de um circuito elétrico é constante. Por outro lado a questão 06 teve melhor índice de discriminação (0,55) da prova de vestibular de 2000, sendo assim considerada uma ótima questão.

Esta questão exige um dos conhecimentos mais básicos da física, o fato de sua massa não variar e não depender da temperatura. Então a resposta correta é a letra A.

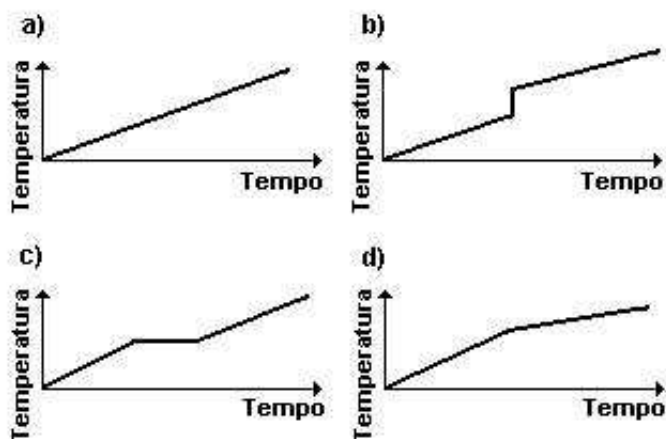


### QUESTÃO 07

Um bloco de cobre, inicialmente sólido, é aquecido continuamente. Após um certo tempo, esse bloco se liquefaz totalmente e o cobre líquido continua a ser aquecido.

Durante todo o processo, o cobre recebe a mesma quantidade de calor por unidade de tempo.

Assinale a alternativa cujo gráfico MELHOR descreve a variação da temperatura do bloco com o tempo.



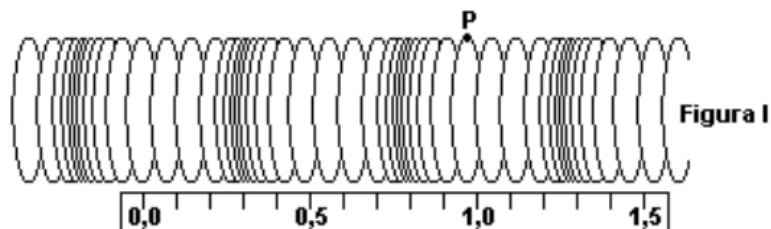
	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem (%)	Valida
A	3036	16,7	17,0	
B	936	5,2	5,2	
*C	11171	61,6	62,4	
D	2766	15,2	15,4	
Total	17909	98,7		
Não compareceram	235	1,3		
Total	18144	100,0		

Observando a tabela, 62,4% acertaram a questão, sendo considerado fácil, também podemos observar que a letra B é totalmente eliminada pelos candidatos recebendo apenas 5,2% de escolha, no caso devendo ser revista ou reelaborada. A questão possui um ótimo índice de discriminação 0,47, sendo considerada uma boa questão.

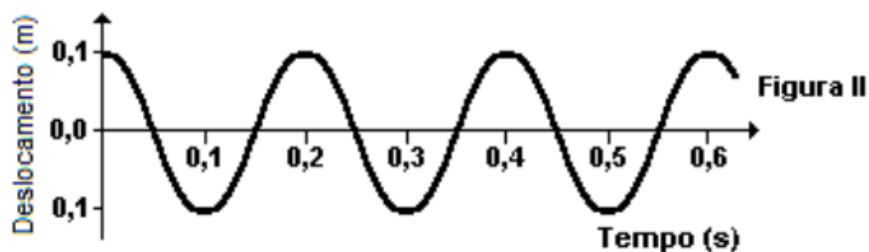
Durante um aquecimento de uma substância sólida, sua temperatura varia com o tempo até o momento em que começa a mudar de fase, liquefazer, durante este processo a temperatura de uma substância pura permanece constante. Desta forma a alternativa correta para a questão 07 é a letra C.

### QUESTÃO 08

A figura I mostra, em um determinado instante de tempo, uma mola na qual se propaga uma onda longitudinal. Uma régua de 1,5 m está colocada a seu lado.



A figura II mostra como o deslocamento de um ponto P da mola, em relação a sua posição de equilíbrio, varia com o tempo.



As MELHORES estimativas para o comprimento de onda  $\lambda$  e para o período  $T$  dessa onda são

- a)  $\lambda = 0,20$  m e  $T = 0,50$  s.
- b)  $\lambda = 0,20$  m e  $T = 0,20$  s.
- c)  $\lambda = 0,50$  m e  $T = 0,50$  s.
- d)  $\lambda = 0,50$  m e  $T = 0,20$  s.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	3664	20,2	20,5
B	5807	32,0	32,4
C	2299	12,7	12,8
*D	6136	33,8	34,3
Total	17906	98,7	
Não compareceram	238	1,3	
Total	18144	100,0	

Podemos considerar a questão difícil, pois apenas 34,3% acertaram a questão, a letra B também teve uma porcentagem expressiva 32,4%, é importante observar que os dados encontrados na alternativa B só podem ser recolhidos na figura II, a alternativa A teve uma atração de 20,5% sendo os candidatos bem distribuídos entre as alternativas.

Podemos observar que os alunos não conhecem os conceitos de período e comprimento de onda. O índice de discriminação é satisfatório 0,35, sendo necessário apenas uma revisão ou melhora dos diagramas da questão.

A questão 08 é interessante, pois a resposta se encontra na interpretação da figura e do gráfico, o comprimento de onda é a distância entre duas cristas ou dois vales sucessivos, logo medindo pela régua a distância entre duas cristas podemos verificar que o comprimento de onda vale 0,5m, e período é o tempo gasto para uma onda efetuar uma oscilação completa, logo pelo gráfico podemos perceber que a onda gasta 0,2s para efetuar tal oscilação. Sendo assim a letra D a correta.

### QUESTÃO 09

Ao tocar um violão, um músico produz ondas nas cordas desse instrumento. Em consequência, são produzidas ondas sonoras que se propagam no ar.

Comparando-se uma onda produzida em uma das cordas do violão com a onda sonora correspondente, é CORRETO afirmar que as duas têm

- a) a mesma amplitude.
- b) a mesma frequência.
- c) a mesma velocidade de propagação.
- d) o mesmo comprimento de onda.

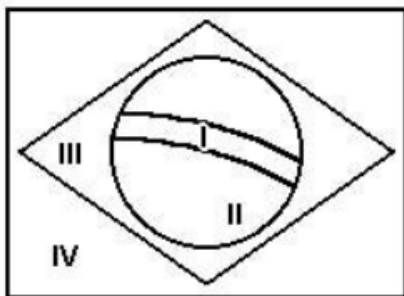
	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	2156	11,9	12,0
*B	9114	50,2	50,9
C	4631	25,5	25,9
D	2010	11,1	11,2
Total	17911	98,7	
Não compareceram	233	1,3	
Total	18144	100,0	

Trata-se de uma questão de informação incompleta, 50,9% dos candidatos acertaram, podemos considerar satisfatório seu nível de dificuldade, as alternativas A e D tiveram um percentual praticamente igual, mas sem muita expressão, o que significa, que não eram atrativas para os candidatos, já a letra C, teve um quarto (25%) das opções, isto significa que a letra C teve uma melhor elaboração do que as outras alternativas. O que indica que os candidatos não conhecem o conceito de propagação das ondas, isto é, que a velocidade de uma onda depende do meio em que ela se encontra. O índice de discriminação da questão foi muito bom 0,40, mostrando que mesmo tendo um percentual de 50,9% de acerto ela discriminou bem, os bons candidatos dos que possuem alguma deficiência nas áreas acadêmicas.

Quando uma onda passa de um meio 1 para um meio 2, o que chamamos de refração, a única grandeza que não se altera é a sua frequência, sendo assim a alternativa correta para a questão é a letra B.

### QUESTÃO 10

A figura mostra a bandeira do Brasil de forma esquemática.



Sob luz branca, uma pessoa vê a bandeira do Brasil com a parte I branca, a parte II azul, a parte III amarela e a parte IV verde.

Se a bandeira for iluminada por luz monocromática amarela, a mesma pessoa verá, provavelmente,

- a) a parte I amarela e a II preta.
- b) a parte I amarela e a II verde.
- c) a parte I branca e a II azul.
- d) a parte I branca e a II verde.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
*A	8114	44,7	45,3
B	7863	43,3	43,9
C	987	5,4	5,5
D	943	5,2	5,3
Total	17907	98,7	
Não compareceram	237	1,3	
Total	18144	100,0	

Observando a tabela, notamos que 45,3% marcaram a alternativa correta, sendo considerado satisfatório o nível de dificuldade da questão. Por outro lado as alternativas C e D não possuem nenhum atrativo, se somarmos as duas alternativas, apenas 10,8% dos candidatos as escolheram, sendo necessário uma reformulação. Já a alternativa B é o

oposto, pois atraiu 43,9% dos candidatos que erraram a questão. É como se as alternativas C e D fossem descartadas e os candidatos ficassem em dúvida entre as alternativas A e B.

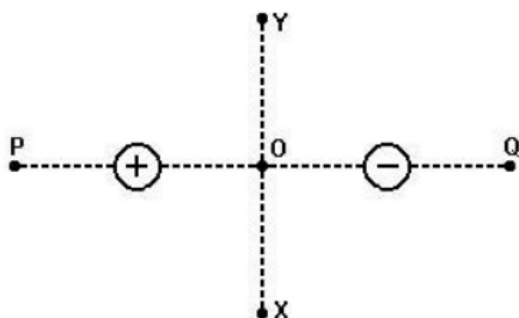
O motivo pelo qual marcaram a alternativa B, é por julgarem que misturar luz colorida tenha o mesmo efeito que misturar pigmentos de tinta, o que não é realidade. Mas analisando o índice de discriminação 0,50, o grupo superior acertou a questão e o inferior não, logo a consideramos uma ótima questão, mesmo sendo necessária a reformulação das alternativas C e D.

Sendo que a cor dos objetos está relacionada com a propriedade do material e Luz com que este corpo é iluminado, se vemos um objeto branco é por que ele reflete todas as cores, se vemos um objeto verde, é por que ele absorve todas as cores e reflete apenas a cor verde, no caso de um objeto preto, ele absorve todas as cores e não reflete nenhuma. Na questão 10, quando a parte branca recebe luz amarela, ela fica amarela por que o branco reflete todas as cores, e a parte II fica preta, por que o azul absorve o amarelo não refletindo nenhuma luz. Logo a resposta correta é a letra A.



### QUESTÃO 11

A figura mostra duas esferas carregadas com cargas de mesmo módulo e de sinais contrários, mantidas fixas em pontos equidistantes do ponto O.



Considerando essa situação, é CORRETO afirmar que o campo elétrico produzido pelas duas cargas

- a) não pode ser nulo em nenhum dos pontos marcados.
- b) pode ser nulo em todos os pontos da linha XY.
- c) pode ser nulo nos pontos P e Q.
- d) pode ser nulo somente no ponto O.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
*A	5091	28,1	28,4
B	3086	17,0	17,2
C	3242	17,9	18,1
D	6491	35,8	26,2
Total	17910	98,7	
Não compareceram	234	1,3	
Total	18144	100,0	

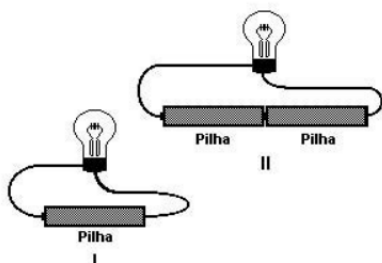
A questão possui um índice de acerto de 28,4%, sendo considerada uma questão difícil, é interessante observar que a letra D teve um atrativo muito grande, 36,2% dos candidatos, provavelmente confundiram a aplicação de campo elétrico com potencial elétrico, que são grandezas físicas diferentes. O índice de discriminação é satisfatório 0,36, mas indica

que a questão deveria ser revisada ou reelaborada para um melhor aproveitamento.

O campo elétrico é uma grandeza vetorial, só fica completa com seu módulo sua direção e seu sentido, uma carga positiva cria um campo elétrico divergente, e uma carga negativa cria um campo convergente, logo só poderíamos ter um campo elétrico, se as duas cargas fossem positivas ou negativas, nestes dois casos o campo elétrico seria nulo no ponto O, como as cargas têm sinais contrários em nenhum dos pontos marcados o campo elétrico será nulo. Resposta letra A.

## QUESTÃO 12

As figuras mostram uma mesma lâmpada em duas situações diferentes: em I, a lâmpada é ligada a uma única pilha de 1,5 V; em II, ela é ligada a duas pilhas de 1,5 V cada, associadas em série.



Na situação I, a corrente elétrica na lâmpada é  $i_1$  e a diferença de potencial é  $V_1$ . Na situação II, esses valores são, respectivamente,  $i_2$  e  $V_2$ .

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- a)  $i_1 = i_2$  e  $V_1 = V_2$ .
- b)  $i_1 = i_2$  e  $V_1 < V_2$ .
- c)  $i_1 < i_2$  e  $V_1 = V_2$ .
- d)  $i_1 < i_2$  e  $V_1 < V_2$ .

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	1029	5,7	5,7
B	7073	39,0	39,5
C	2769	15,3	15,5
*D	7039	38,8	39,3
Total	17910	98,7	
Não compareceram	234	1,3	
Total	18144	100,0	

A questão tem um índice de acerto de 39,3%, é um índice que fica no limite entre o satisfatório e o difícil, a letra A chamou a atenção de apenas 5,7% dos candidatos, o que é uma porcentagem muito baixa, logo deveria ser reformulada, a letra B teve um atrativo muito grande 39,5%, sendo uma alternativa bem formulada, indicando que os alunos não sabem quais

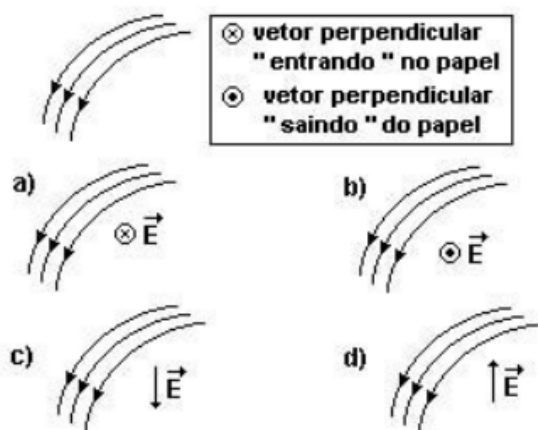
alterações que a associação de pilhas pode causar nos elementos de um circuito. A questão teve um índice de discriminação satisfatório, 0,36, mas pode ser melhoradas as alternativas, principalmente as alternativas A e C.

Sabemos que pela lei de Ohm, a razão entre a tensão e a corrente fornece a resistência elétrica de um determinado material, ao associarmos duas pilhas em série, como a figura da questão 12, a tensão resultante será a soma da tensão de cada pilha, logo a tensão 2 é maior que a tensão 1, por outro lado quanto maior a tensão maior a corrente ( $V=RI$ ), pois a mesma lâmpada é ligada nas duas situações, podemos concluir que a resistência elétrica não variou, logo como já foi dito a corrente elétrica 2 é maior que a corrente elétrica 1. Resposta correta letra D.

### QUESTÃO 13

A figura mostra parte da trajetória descrita por um feixe de elétrons na presença de um campo magnético. As setas indicam o sentido do movimento dos elétrons.

Assinale a alternativa em que estão representados corretamente a direção e o sentido do campo magnético  $B$  que atua nesse feixe de elétrons.



	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	4473	24,7	25,0
*B	7386	40,7	41,2
C	3788	20,9	21,2
D	2260	12,5	12,6
Total	17906	98,7	
Não compareceram	238	1,3	
Total	18144	100,0	

O índice de acerto da questão é de 41,2%, um índice satisfatório, é importante destacar que os demais candidatos estão bem distribuídos nas outras alternativas. Sendo uma boa questão. Seu índice de discriminação também está bem próximo do ideal 0,39.

A direção da força magnética, que atua em um feixe de elétrons colocados em um campo magnético, pode ser determinada pela regra do tapa da mão direita. Com a mão aberta, o polegar deve indicar o sentido da

velocidade dos elétrons, os demais dedos na direção e sentido do campo magnético, como estamos descrevendo a força magnética em elétrons, a força deverá ter o sentido das costas da mão e não da palma da mão como acontece com as cargas positivas. Logo a resposta que encaixa nesta descrição é a letra B.

## QUESTÃO 14

Uma onda de rádio é emitida por uma estação transmissora e recebida por um aparelho receptor situado a alguns quilômetros de distância.

Para que ocorra a propagação da onda de rádio, entre a estação transmissora e o aparelho receptor,

- a) deve existir um meio material qualquer.
- b) deve existir um meio material que contenha elétrons livres.
- c) deve existir um meio material que contenha fótons.
- d) não é necessária a presença de um meio material.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	3720	20,5	20,8
B	6166	34,0	34,4
C	1718	9,5	9,6
*D	6308	34,8	35,2
Total	17912	98,7	
Não compareceram	232	1,3	
Total	18144	100,0	

Mesmo sendo uma questão simples, pode considerá-la como difícil, pois 35,2% dos candidatos acertaram a questão. Com exceção da alternativa C, que teve pouca atração para os candidatos, as alternativas A e B, foram bem chamativas. Os candidatos, provavelmente, pensaram que para uma onda, mesmo eletromagnética, se propagar é necessário um meio material. O índice de discriminação também está próximo do ideal 0,38, uma explicação mais plausível para esse índice é a ambiguidade da questão em alguns dos seus itens.

As ondas mecânicas ao contrário das ondas eletromagnéticas, necessitam de um meio material para se propagar, como a onda sonora, já as ondas eletromagnéticas possuem a propriedade de se propagar no vácuo (ausência de matéria), como a luz, raios X e as ondas de rádio.

### QUESTÃO 15

A presença de um elemento atômico em um gás pode ser determinada verificando-se as energias dos fótons que são emitidos pelo gás, quando este é aquecido.

No modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, as energias dos dois níveis de menor energia são:

$$E_1 = - 13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = - 3,40 \text{ eV.}$$

Considerando-se essas informações, um valor POSSÍVEL para a energia dos fótons emitidos pelo hidrogênio aquecido é

- a) -17,0 eV.
- b) -3,40 eV.
- c) 8,50 eV.
- d) 10,2 eV.

	Frequência	Porcentagem (%)	Porcentagem Valida (%)
A	6081	33,5	33,9
B	3382	18,6	18,9
C	2530	13,9	14,1
*D	5921	32,6	33,1
Total	17914	98,7	
Não compareceram	230	1,3	
Total	18144	100,0	

A questão 15 é considerada difícil, pois 33,1% dos candidatos marcaram a alternativa correta. Uma coisa que chama muito a atenção é que a maioria dos candidatos marcaram a A ou D (67%), deixando uma dúvida se os alunos realmente sabiam responder corretamente a questão, pois se somarmos E1 mais E2 acharmos a alternativa A, se subtrairmos E1 por E2, encontrarmos a alternativa D, a B e C não tem sentido, por isso uma baixa atratividade.



A questão de número 15 pode ser considerada uma boa questão, sendo o problema de alto grau de erro, e pelo fato do conteúdo de física moderna não ser ensinada de forma mais consistente no ensino médio ou cursinhos. Está ideia se confirma ao analisarmos o índice de discriminação que foi de apenas 0,29, que é considerado um item marginal.

Para ocorrer a emissão de um fóton de energia é necessário que um elétron saia de um nível mais elevado para um nível mais estável, nível de menor energia, no caso da questão 15, o elétron deve cair do nível dois para o nível um, e para isso deve liberar um fóton de 10,2eV de energia. Resposta correta letra D.

## CONCLUSÃO

Depois de feita a análise estatística da prova de vestibular da Universidade Federal do ano de 2000, podemos chegar a algumas possíveis respostas para nossas perguntas formuladas anteriormente.

Começando do fator fidedignidade, que ficou na margem do desejado 0,60 (fator alfa ideal 0,70). O que pode gerar uma dúvida na veracidade dos dados analisados. Uma provável justificativa para o baixo fator fidedignidade é o fato da prova possuir apenas 15 questões, pois quanto maior o número de questões maior é o fator fidedignidade.

Em relação a discriminação da prova de física podemos afirmar que ela possui uma eficiência considerável, pois das quinze questões apenas três, questões 04, 05 e 15, possuem um fator de discriminação inferior a 0,30, o que classificariam as questões como deficientes ou irregular. As questões que não alcançaram o índice desejado deveriam ser revistas, pois possuem um sentido duplo ou uma afirmativa que induz os candidatos ao erro. No geral podemos dizer que a prova de física da Universidade Federal de Minas Gerais discriminou bem os candidatos capacitados dos menos capacitados.

Item	Índice de dificuldade	Índice de discriminação
01	Satisfatório (56,5%)	0,47
02	Difícil (30,9%)	0,45
03	Satisfatório (53,5%)	0,49
04	Difícil (34,7%)	0,23
05	Difícil (22,1%)	0,16
06	Difícil (39,1%)	0,55
07	Fácil (62,4%)	0,47
08	Difícil (34,3%)	0,35
09	Satisfatório (50,9%)	0,40
10	Satisfatório (45,3%)	0,50

<b>11</b>	Difícil (28,4%)	0,36
<b>12</b>	Difícil (39,3%)	0,36
<b>13</b>	Satisfatório (41,2%)	0,39
<b>14</b>	Difícil (35,2%)	0,38
<b>15</b>	Difícil (33,1%)	0,29

Sobre a dificuldade dos itens podemos tirar as seguintes conclusões, a questão 07 pode ser considerada fácil, pois possui um alto grau de acerto. O conteúdo cobrado na questão 07 é o gráfico de temperatura versus tempo, onde os alunos compreenderam que na mudança de fase a temperatura permanece constante. Já nas questões 01, 03, 09, 10, 12 e 13 possuem um nível de dificuldade satisfatório, são as questões em que boa parte dos candidatos acertaram com uma certa dificuldade, podendo ter uma compreensão bem superficial sobre o assunto. A questão 01 é sobre referencial, mostrando que os candidatos possuem um bom domínio do assunto. Na questão 03 é necessário utilizar o conceito de pressão, também mostrando que os candidatos possuem um bom domínio sobre conteúdo. Na questão 09 o conteúdo exigido é a refração, onde uma característica importante é o fato da frequência não se alterar quando uma onda muda de um meio para outro, mesmo tendo um índice de refração diferente. Já na questão 10, o fato da luz influenciar nas cores dos objetos. A questão 12, o conteúdo cobrado é sobre associação de pilhas ligadas em série, e conseqüentemente a mudança da corrente e da tensão elétrica; E por fim a questão 13, é sobre força magnética, utilizando a “regra do tapa” para descobrir o sentido da força.

As questões restantes, 02, 04, 05, 06, 08, 11, 14 e 15, são consideradas difíceis ou muito difíceis pois possuem um índice de acerto muito baixo. Temos duas justificativas para um número tão alto de questões com um baixo grau de acerto, primeiramente as questões estavam realmente difíceis para os alunos do segundo grau, ou nos assuntos de movimento circular, conceito de empuxo, desaceleração dos corpos com a

gravidade, variação da resistência elétrica com a temperatura, interpretação de gráficos e diagramas sobre ondas, conceitos de campo elétrico, diferenciação de ondas mecânicas e eletromagnéticas e conceitos de física moderna, não são ensinados de forma correta pelos professores do ensino médio. Acredito que realmente apenas uma questão estava de difícil interpretação, questão 05, podendo ser desprezado os seus dados. Outra questão que não chegamos em nenhuma conclusão, foi a questão 15, pelo conteúdo ser pouco ensinado no curso do ensino médio. Nas demais questões, concluímos que o mal resultado é causado por uma deficiência no ensino de física no ensino médio.

### **Maiores Dificuldades Encontradas pelos Candidatos**

<b>Assunto</b>	<b>Dificuldade</b>
<b>Mecânica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar força centrípeta de velocidade tangencial</li> <li>- Definir que a força Centrípeta é direcionada para o centro da circunferência.</li> <li>- Diferenciar pressão de Peso.</li> <li>- Como área se relaciona com pressão.</li> </ul> <p>Não conhecem o princípio de Arquimedes.</p>
<b>Termodinâmica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como se relaciona a temperatura com a resistência elétrica.</li> <li>- Massa não varia com a temperatura.</li> <li>- Na mudança de fase a temperatura permanece constante.</li> </ul>
<b>Ondas e Óptica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não sabem interpretar gráficos e diagramas.</li> <li>- Diferenciar um gráfico de período, com um de comprimento de onda.</li> <li>- A velocidade de uma onda depende do meio onde ele se encontra.</li> <li>- A cor dos objetos depende da luz que os ilumina.</li> <li>- A luz funciona de forma diferente dos pigmentos das tintas.</li> </ul>

	- As ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagar.
<b>Eletromagnetismo</b>	- possuem dificuldade em diferenciar campo elétrico de potencial elétrico. - Possuem dificuldade em relacionar potencial elétrico com corrente elétrica. - Dificuldade em aplicar a “regra do tapa”.
<b>Física moderna</b>	- Não há conhecimento explícito sobre emissão e absorção de elétrons, e sua energia absorvida ou liberada para efetua-las.

Podemos então concluir, que a prova de Física do vestibular de 2000 da UFMG, possui uma qualidade técnica satisfatória, desempenhando seu papel. Esta conclusão pode ser interpretada através dos dados do teste de fidedignidade (0,60), o bom índice de discriminação da maioria das questões, e de seu índice de dificuldade, ponderando entre satisfatório e difícil. Além de identificar várias dificuldades apresentadas pelos candidatos nas questões da prova.

## **Bibliografia**

**CHAGAS**, Caroline, Quem avalia a avaliação, Folha de São Paulo, 27 de maio de 2003.

**FONSECA**, José Luiz Saldanha da; (2003); Avaliação da Aprendizagem na escola Plural: o que ocorre na prática?; Belo Horizonte, Faculdade de Educação da UFMG.

**JÚDICE**, Renato (2003); Atividades práticas como momento de avaliação da compreensão dos alunos de física do ensino médio. Belo Horizonte, Faculdade de Educação da UFMG.

**LUCK**, Gilda, Avaliação termômetro da educação, Revista Profissão Mestre, Fevereiro de 2003.

**PERRENOUD**, Philippe (1999); Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas; Porto Alegre/1999, ARTMED editora. Traduzido por Patrícia Chittoni Ramos.

**VIANNA**, Heraldo Marelím (1973); Testes em Educação; São Paulo, IBRASA – Instituto Brasileiro de Difusão Cultural S.A.